

*Библиографический список*

1. Process for preparation of benzoxazine compounds in solventless systems: пат. 5543516 США Apl. no. 245478; заявл. 18.05.1994; опубл. 06.08.1996.

2. Jubsilp C. High performance wood composites based on benzoxazine-epoxy alloys / C. Jubsilp, T. Takeichi, S. Hiziroglu, S. Rimdusit // Bioresource Technology. 2008. № 99. P. 8880–8886.

УДК 504.064.4

И.Н. Липунов, Л.А. Старыгин, И.Г. Первова, Д.И. Дубровенко  
(I.N. Lipunov, L.A. Starygin, I.G. Pervova, D.I. Dubrovenko)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

**РЕЦИКЛИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ  
НА ОСНОВЕ ПРИОРИТЕТА  
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ КООПЕРАЦИИ  
(INDUSTRIAL WASTES RECYCLING ON THE BASE  
OF INTERBRANCHES COOPERATION PRIORITY)**

*Разработаны структура системы и технологическая схема рециклинга промышленных отходов на основе циклоцентрического принципа обращения с отходами.*

*The paper deals with the system structure and recycling technologic scheme elaboration on the base cyclecentric principle of industrial wastes treatment.*

Процесс промышленной переработки отходов производства и потребления с целью получения полупродуктов, продуктов или вторичного сырья называется *рециклингом отходов*. Рециклинг промышленных отходов рассматривается сегодня как один из наиболее эффективных способов ресурсосбережения. В настоящее время существует два концептуальных подхода к решению проблемы отходов – отходоцентрический (ОЦП) и циклоцентрический (ЦЦП), различающиеся уровнями иерархии обращения с отходами.

Отходоцентрический принцип, в основном применяемый в нашей стране, использует следующие иерархические уровни обращения с отходами: предотвращение – снижение – разделение – вторичное использование – рециклинг – обезвреживание – захоронение. Конечным результатом реализации такого подхода являются все продолжающееся увеличение отходов и формирование техногенных месторождений.

Циклоцентрический принцип основан на переводе отхода во вторичный ресурс и создании ресурсосберегающих циклов ”сырье – продукция – отход – сырье” [1]. Уровнями иерархии ЦЦП являются: повторное применение по прямому назначению (рециклинг) – возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация) – извлечение полезных компонентов для повторного использования (рекуперация) – обезвреживание – захоронение.

Реализация ЦЦП в обращении с отходами положена в основу разработки концептуальных основ системы рециклинга. Структурная схема рециклинга промышленных отходов (рис. 1), предложенная нами на основе межотраслевой кооперации (межотраслевой рециклинг), представлена в виде основных элементов, характеризующихся соответствующими критериями, определяющими набор технологических и технических условий комплексной переработки отходов [2].

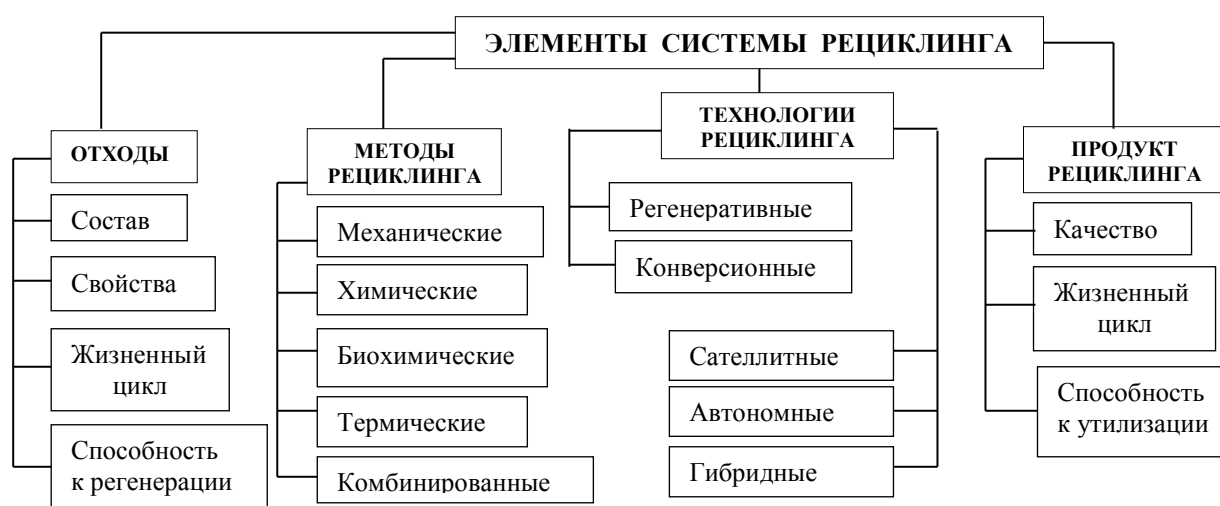


Рис. 1. Структура системы рециклинга промышленных отходов на основе приоритета межотраслевой кооперации

Промышленные отходы, вовлекаемые в совместный технологический передел, являются основным элементом системы рециклинга, поскольку использование химического состава и полезных свойств позволит разработать физико-химические закономерности процессов глубокой их переработки.

Основным критерием выбора метода рециклинга является принцип комплексности использования вторичного сырья, который основывается на максимальном извлечении всех полезных компонентов с последующей их утилизацией в полезные продукты или изделия.

Технологии рециклинга должны разрабатываться с учетом их инженерного, экологического и экономического совершенства. Важнейшим техническим условием системы рециклинга является использование для осуществления технологических процессов высокоэффективного многофункционального технологического оборудования.

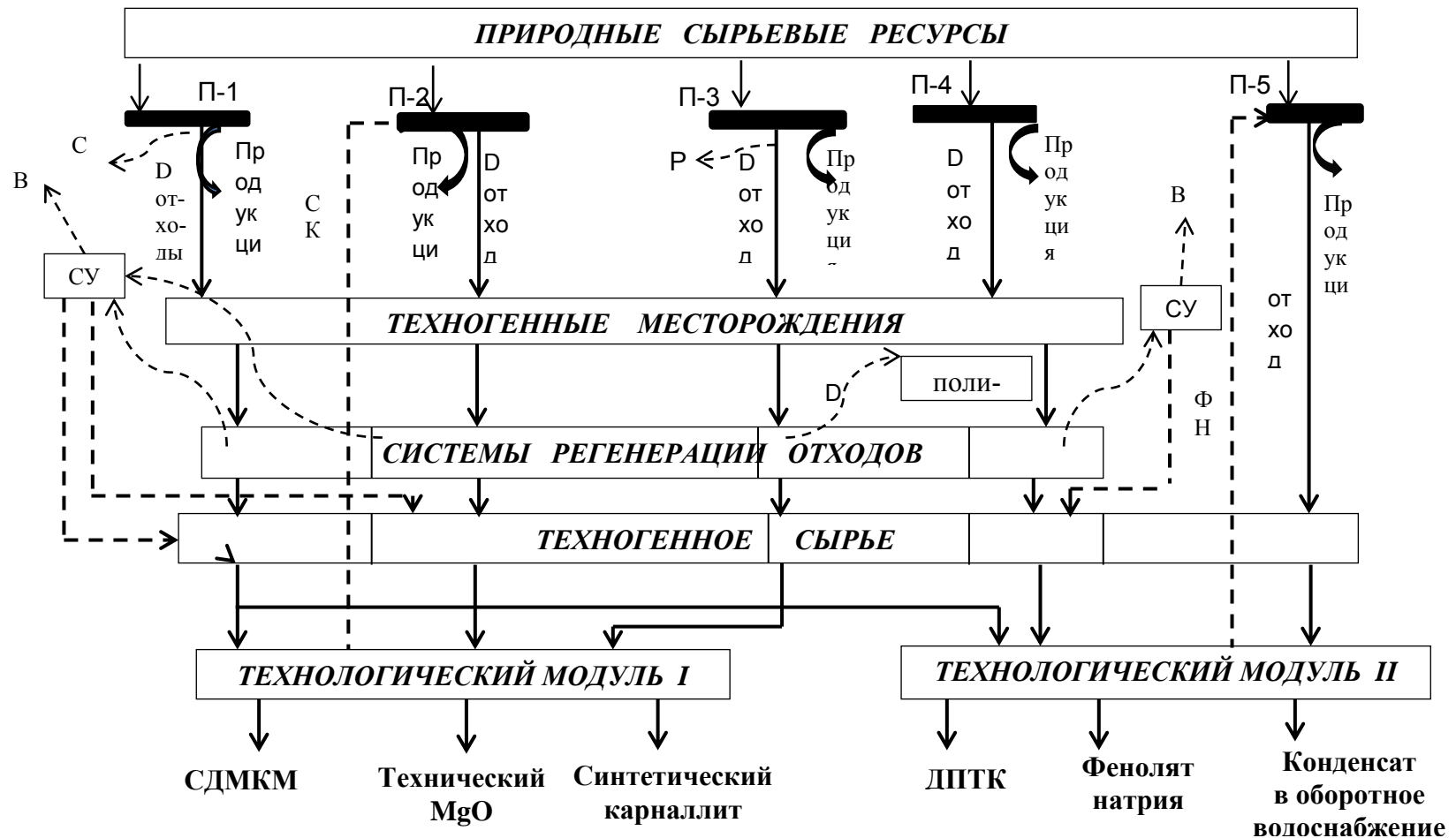


Рис. 2. Схема рециклинга промышленных отходов на основе приоритета межотраслевой кооперации:

П-производства: П-1 – лесной и деревообрабатывающей промышленности; П-2 – магния; П-3 – ТЭС;  
 П-4 – электроизоляционных материалов; П-5 – синтетических смол. D – депонирование; C – сжигание; B – выбросы;  
 P – рассеивание; СУ – система улавливания; ФН – фенолят натрия; СК – синтетический карналлит; СДМКМ – строительный  
 древесно-минеральный композиционный материал; ДПТК – древесно-полимерный термопластичный композит

Продукт рециклинга должен обладать потребительскими свойствами, соответствующими нормативным требованиям, и высоким жизненным циклом, что и будет определять области его применения.

На основе изложенных концептуальных основ разработана схема рециклинга отходов ряда промышленных производств, включающая два технологических модуля их глубокой и комплексной переработки (рис. 2).

Схема рециклинга апробирована при разработке гибридных и спутниковых технологий производства древесно-минеральных и древесно-полимерных термопластичных композитов конструкционного назначения и других полезных продуктов с возможностью совместной переработки отходов предприятий деревообрабатывающей, металлургической, теплоэнергетической, химической и электротехнической промышленности в определенном их сочетании [3].

Материальными потоками в данной схеме являются древесные отходы (кусковые и мягкие), шламы магниевого производства (ШКХ), золы отходы ТЭС (алюмосиликатные микросферы – АСМ), отходы производства слоистых пластиков (текстолит), отходы производства синтетических фенолформальдегидных смол (надсмольные воды).

В схеме рециклинга показаны стадии изменения статуса материальных потоков в технологическом цикле с использованием комбинированных методов рециклинга (механические, химические и термические) и регенеративных и конверсионных технологий.

Циклообразующей стадией является процесс трансформации отходов во вторичный ресурс. Материальные потоки в системе рециклинга имеют высокую степень замкнутости, а разработанные технологии рециклинга отходов приближены к безотходному производству.

Отходы, прошедшие цикл регенерации и получившие статус техногенного сырья (вторичного ресурса), подвергаются в технологическом модуле дальнейшей переработке с применением гибридных и спутниковых технологий рециклинга с получением товарных продуктов, номенклатура которых указана в схеме. Часть продуктов (синтетический карналлит и фенолят натрия) является сырьем для производства металлического магния и фенолформальдегидных смол соответственно и возвращается в основное производство.

#### *Библиографический список*

1. Гладышев Н.Г. Системный анализ и проектирование рециклинга / Н.Г. Гладышев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 5(3). С. 772–775.
2. Липунов И.Н. К вопросу о рециклинге промышленных отходов / И.Н. Липунов, И.Г. Перова, И.В. Николаев // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19. № 4. С. 24–29.

3. Липунов И.Н. Гибкая технологическая линия для переработки промышленных отходов / И.Н. Липунов, В.И. Легкий, И.Г. Первова, И.В. Николаев // Экология и промышленность России. 2015. Т.19. № 3. С. 25–29.

УДК 547.556.9:504064

Т.И. Маслакова, П.А. Маслаков, Е.Б. Дианов, И.Г. Первова  
(T.I. Maslakova, P.A. Maslakov, E.B. Deanov, I.G. Pervova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## ТВЕРДОФАЗНЫЕ РЕАКТИВНЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ (SOLID-PHASE REAGENT INDICATOR SYSTEMS)

*Представлены различные типы твердофазных реагентных индикаторных систем (тест-средств) для определения ионов токсичных металлов при контроле объектов окружающей среды, при чрезвычайных экологических и иных ситуациях. Разработанные синтетические подходы позволяют увеличить надежность аналитических систем и оперативность получения информации о содержании токсикантов в объектах окружающей среды.*

*The article presents the various types of solid-phase reagent indicator systems (test tools) to determine the toxic metal ions in the control of the natural systems, under extreme environmental and other situations. The developed synthetic approaches allow to increase the reliability of analytical systems and the efficiency of information about toxic substances quantity in the environment.*

Методы химического анализа с использованием хромогенных аналитических реагентов имеют ряд недостатков, связанных с ограниченной чувствительностью или селективностью, влиянием источника пробы, необходимостью консервирования, упаривания пробы и т.д. Гетерогенизация классических реагентов дает возможность улучшить их химико-аналитические характеристики благодаря совмещению операций разделения, концентрирования и детектирования аналитического сигнала непосредственно в фазе концентрата. Получаемые при этом твердофазные реактивные индикаторные системы (ТРИС) представляют собой рациональный подбор комбинации хромогенного реагента, твердофазного носителя и способа их взаимодействия с определяемым веществом.

Авторами в качестве иммобилизованных аналитических реагентов использованы органические соединения класса гетарилформазапов, специфичность и избирательность которых по отношению к ионам токсичных